

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 10 月 10 日 (10.10.2002)

PCT

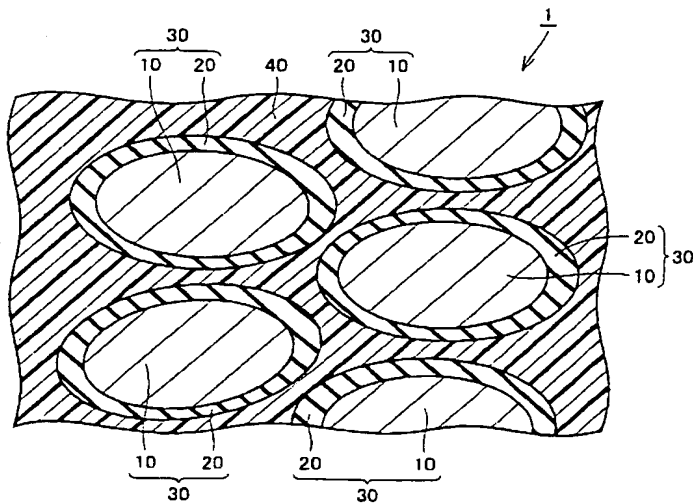
(10) 国際公開番号
WO 02/080202 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01F 1/33, 1/26 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 島田 良幸 (SHI-MADA, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒664-8611 兵庫県伊丹市
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/07516 昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製
(22) 国際出願日: 2001 年 8 月 31 日 (31.08.2001) 作所内 Hyogo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒
530-0054 大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号 三
(26) 国際公開の言語: 日本語 井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
特願2001-96326 2001 年 3 月 29 日 (29.03.2001) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電
気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUS-
TRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央
区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: COMPOSITE MAGNETIC MATERIAL

(54) 発明の名称: 複合磁性材料



(57) Abstract: A composite magnetic material (1) comprising a plurality of composite magnetic particles (30) bonded to each other with an organic substance (40). The composite magnetic particle (30) includes a metallic magnetic particle (10) and a coating layer (20) bonded to the surface of the metallic magnetic particle (10) and containing a metal oxide or a metallic oxide magnetic substance. The organic substance (40) has a long-term heat-resisting temperature of 200 ° or higher. The organic substance (40) contains at least one kind selected from the group consisting of a thermoplastic resin having a ketone group, a thermoplastic polyether nitrile resin, a thermoplastic polyamide-imide resin, a thermosetting polyamide-imide resin, a thermoplastic polyimide resin, a thermosetting polyimide resin, a polyarylate resin, and a resin having fluoride.

[続葉有]



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

複合磁性材料(1)は、互いに有機物(40)で接合された複数の複合磁性粒子(30)を備える。複合磁性粒子(30)は、金属磁性粒子(10)と、その金属磁性粒子(10)の表面に接合する、金属酸化物または金属酸化物磁性物質を含む被覆層(20)とを有する。有機物(40)は、温度200℃以上の長期耐熱温度を有する。有機物(40)は、ケトン基を有する熱可塑性樹脂、熱可塑性ポリエーテルニトリル樹脂、熱可塑性ポリアミドイミド樹脂、熱硬化性ポリアミドイミド樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、ポリアリレート樹脂およびフッ素を有する樹脂からなる群より選ばれた少なくとも一種を含む。

明細書

複合磁性材料

5 技術分野

この発明は、複合磁性材料に関し、特に、金属磁性粒子と、金属酸化物または金属酸化物磁性物質を含む被覆層とを有する複合磁性粒子を備えた複合磁性材料に関するものである。

10 背景技術

近年、世界的な環境規制の強化に伴い、各自動車メーカーでは、排気ガスの低公害化、および低燃費化に関する開発が活発に進められている。そのため、従来のエンジンの機械的制御機構が電子制御機構に移行しつつあり、これに伴い、制御機構の中核部品である磁性材料の高性能化および小型化が要求されている。特に、より精密な制御を小電力で行なうことができるように、中高周波数領域での高い磁気特性を有する材料の開発が進められている。

中高周波数領域で高い磁気特性を有するためには、材料が、高い飽和磁束密度と、高い透磁率と、高い電気抵抗率とを併せ持つ必要がある。一般に、金属磁性材料は、高い飽和磁束密度と透磁率とを有するが、電気抵抗率が低い（ $10^{-6} \sim 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ ）ため、中高周波数領域で渦電流損失が大きい。そのため、磁気特性が劣化し、単体では使用が困難である。

また、金属酸化物磁性材料は金属磁性材料に比べて電気抵抗率が高い（ $1 \sim 10^8 \Omega \text{ cm}$ ）ため、中高周波数領域では渦電流損失が小さく、磁気特性の劣化は少ない。しかしながら、飽和磁束密度が金属磁性材料の $1/3 \sim 1/2$ であるため、用途に制限がある。

かかる実情に鑑み、金属磁性材料と金属酸化物磁性材料とを複合化することにより、両者の欠点を補うような、高い飽和磁束密度と、高い透磁率と、高い電気抵抗率とを有する複合磁性材料が提案されている。

たとえば、特表平10-503807号公報では、鉄粉の表面にリン酸鉄の被

膜が形成された複数の複合磁性粒子を、ポリフェニレンエーテルまたはポリエーテルイミドおよびアミド型オリゴマー等の有機物で接合して複合磁性材料を形成する方法が開示されている。

5 自動車のエンジンの制御機構で複合磁性材料を用いる場合には、上述の磁気特性だけでなく、エンジンが高温となるため、複合磁性材料に耐熱性が要求される。しかしながら、上記公報に記載された複合磁性材料では、複合磁性粒子がポリフェニレンエーテルまたはポリエーテルイミドおよびアミド型オリゴマー等の耐熱性の低い有機物で接合されているため、高温下では、有機物が軟化する。その結果、隣り合う複合磁性粒子同士の接合力が小さくなり、複合磁性材料の強度が低下するという問題があった。

10 そこで、この発明は上述のような問題点を解決するためになされたものであり、耐熱性の高い複合磁性材料を提供することを目的とする。

発明の開示

15 本発明者らは、複合磁性材料の耐熱性を向上させる技術について、種々の検討をしたところ、複合磁性粒子を接合する有機物の長期耐熱温度を200℃以上とすることで、複合磁性材料の耐熱性を向上させることが可能となるという知見を得た。なお、本明細書中、「長期耐熱温度」とは、UL (Underwriters Laboratories)規格746Bで規定される耐熱温度であり、無重力で長時間熱処理をした際の力学特性が低下する耐熱限界を示す尺度である。具体的には、10万時間空气中で熱処理した後、常温での特性、例えば引張り強さおよび衝撃強さが半減する温度をいう。この長期耐熱温度の推定には、高温促進試験のアレニウスプロットを用いる。

25 このような知見によりなされた、この発明に従った複合磁性材料は、互いに有機物で接合された複数の複合磁性粒子を備える。複合磁性粒子は、金属磁性粒子と、その金属磁性粒子の表面に接合する、金属酸化物または金属酸化物磁性物質を含む被覆層とを有し、有機物は、温度200℃以上の長期耐熱温度を有する。

このように構成された複合磁性材料では、複数の複合磁性粒子は、温度200℃以上の長期耐熱温度を有する有機物により互いに接合される。そのため、高

温下でも有機物が軟化することがない。その結果、隣り合う複合磁性粒子同士の接合力が保たれるため、複合磁性材料の耐熱性を向上させることができる。

5 好ましくは、有機物は、ケトン基を有する熱可塑性樹脂、熱可塑性ポリエーテルニトリル樹脂、熱可塑性ポリアミドイミド樹脂、熱硬化性ポリアミドイミド樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、ポリアリレート樹脂およびフッ素を有する樹脂からなる群より選ばれた少なくとも一種を含む。

10 ケトン基を有する熱可塑性樹脂として、ポリエーテルエーテルケトン（長期耐熱温度260℃）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK、長期耐熱温度240℃）、ポリエーテルケトン（PEK、長期耐熱温度220℃）およびポリケトンサルファイド（PKS、長期耐熱温度210～240℃）がある。

熱可塑性ポリアミドイミドとして、アモコ社製の商品名TORLON（長期耐熱温度230℃～250℃）または東レ製の商品名TI5000（長期耐熱温度250℃以上）がある。

15 ポリアリレートとして、商品名エコノール（長期耐熱温度240℃～260℃）がある。

熱硬化性ポリアミドイミドとして、東レ製の商品名TI1000（長期耐熱温度230℃）がある。

20 フッ素を有する樹脂として、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE、長期耐熱温度260℃）、テトラフルオロエチレンーパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA、長期耐熱温度260℃）およびテトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP、長期耐熱温度200℃）がある。

25 また好ましくは、被覆層の厚みが0.005μm以上20μm以下である。被覆層の厚みが0.005μm未満であれば、被覆層により絶縁性を得ることが困難となる。被覆層の厚みが20μmを超えると単位体積中の金属酸化物または金属酸化物磁性物質の体積比率が大きくなり、所定の飽和磁束密度を得ることが困難である。また、被覆層の厚みは特に0.01μm以上5μm以下であることが好ましい。

さらに好ましくは、被覆層の厚みが0.05μm以上0.1μm以下である。
好ましくは、金属酸化物磁性物質は、マグネタイト（Fe₂O₃）、マンガ

(Mn) -亜鉛 (Zn) フェライト、ニッケル (Ni) -亜鉛 (Zn) フェライト、コバルト (Co) フェライト、マンガン (Mn) フェライト、ニッケル (Ni) フェライト、銅 (Cu) フェライト、マグネシウム (Mg) フェライト、リチウム (Li) フェライト、マンガン (Mn) -マグネシウム (Mg) フェライト、銅 (Cu) -亜鉛 (Zn) フェライトおよびマンガン (Mg) -亜鉛 (Zn) フェライトからなる群より選ばれた少なくとも1種を含む。

好ましくは、金属酸化物磁性物質は、金属酸化物磁性粒子を含み、金属酸化物磁性粒子の平均粒径が $0.005\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下である。金属酸化物磁性粒子の平均粒径が $0.005\mu\text{m}$ 未満では、金属酸化物磁性粒子の作製が困難となる。また、金属酸化物磁性粒子の平均粒径が $5\mu\text{m}$ を超えると被覆層の膜厚を均一にすることが困難である。また、金属酸化物磁性粒子の平均粒径は特に $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なお、本明細書中、「平均粒径」とは、ふるい法によって測定した粒径のヒストグラム中、粒径の小さい方からの質量の和が総質量の50%に達する粒子の粒径、すなわち50%粒径 D_{50} をいう。

金属酸化物磁性粒子は、軟磁性を有し、かつ電気抵抗率が $10^{-3}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であれば特に制限はない。上述のように、各種の軟磁性フェライトまたは窒化鉄を用いることができる。特に、飽和磁束密度の高いマンガン-亜鉛フェライトまたはニッケル-亜鉛フェライトが好ましい。これらの1種または2種以上を用いてもよい。

好ましくは、金属酸化物は、リン (P) と鉄 (Fe) とを含む酸化物からなる。このような金属酸化物を使用することで、金属磁性粒子の表面を覆う被覆層をより薄くすることができる。したがって、複合磁性材料の密度を大きくすることができ、磁気特性が向上する。

好ましくは、金属磁性粒子の平均粒径は $5\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下である。金属磁性粒子の平均粒径が $5\mu\text{m}$ 未満では、金属が酸化しやすいため磁気特性が劣化しやすい。金属磁性粒子の平均粒径が $200\mu\text{m}$ を超えると、成形時の圧縮性が低下するため、成形体の密度が低下し取扱いが困難となる。

好ましくは、金属磁性粒子は、鉄 (Fe)、鉄 (Fe) -シリコン (Si) 系合金、鉄 (Fe) -窒素 (N) 系合金、鉄 (Fe) -ニッケル (Ni) 系合金、

鉄 (Fe) - 炭素 (C) 系合金、鉄 (Fe) - ホウ素 (B) 系合金、鉄 (Fe) - コバルト (Co) 系合金、鉄 (Fe) - リン (P) 系合金、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) - コバルト (Co) 系合金および鉄 (Fe) - アルミニウム (Al) - シリコン (Si) 系合金からなる群より選ばれた少なくとも1種を含む。

5. これらの1種または2種以上を用いてもよい。金属磁性粒子の材料は軟磁性金属であれば、金属単体でも合金でもよく特に制限はない。

好ましくは、複合磁性粒子に対する有機物の割合は、質量比で0.05%以上2%以下である。さらに好ましくは、複合磁性粒子に対する有機物の割合は、質量比で0.1%以上1%以下である。

10. 好ましくは、12000 A/m以上の磁場を印加したときの磁束密度Bが15 kG以上であり、電気抵抗率 ρ が $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、温度200°Cでの抗折強度が100 MPa以上である。

- 金属磁性粒子に対する金属酸化物または金属酸化物磁性物質の比率は、質量比で0.2%以上30%以下とすることが望ましい。すなわち、(金属酸化物または金属酸化物磁性物質の質量) / (金属磁性粒子の質量) が0.2%以上30%以下となることが望ましい。比率が0.2%未満では、電気抵抗率が低下するため交流磁気特性の低下を招く。また、比率が30%を超えると、金属酸化物または金属酸化物磁性材料の割合が多くなり、飽和磁束密度の低下が生じる。より好ましくは、金属磁性粒子に対する金属酸化物または金属酸化物磁性物質の比率は
- 15
- 20 質量比で0.4%以上1.0%以下であることが望ましい。

この発明に従った複合磁性材料は、高い磁気特性と、高い耐熱性とを併せ持つため、チョークコイル、スイッチング電源素子および磁気ヘッドなどの電子部品、各種モータ部品、自動車用ソレノイド、各種磁気センサ、各種電磁弁等に用いられる。

25

図面の簡単な説明

図1は、この発明に従った複合磁性材料の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

(実施例 1)

複合磁性粒子として、ヘガネス社製の商品名ソマロイ 500 を用意した。この粉末では、金属磁性粒子としての鉄粉の表面に、リンと鉄とを含む金属酸化物からなる被覆層が形成されている。複合磁性粒子の平均粒径は $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下、被覆層の平均厚みは 20 nm である。

複合磁性粒子に対して、質量比が 0.1% となるように、ポリエーテルエーテルケトン樹脂の粒子を用意した。この粒子の平均粒径は $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

これらをボールミルで混合して混合粉末を形成した。なお、混合方法に特に制限はなく、たとえばメカニカルアロイング法、振動ボールミル、遊星ボールミル、メカノフュージョン、共沈法、化学気相蒸着法 (CVD 法)、物理気相蒸着法 (PVD 法)、めっき法、スパッタリング法、蒸着法、ゾルーゲル法などのいずれを使用することも可能である。

混合粉末を金型に入れて、成形を行なった。成形方法として、金型に潤滑剤を塗布して成形する金型潤滑成形を用いた。金型の温度を 130°C とし、混合粉末の温度を 130°C とし、成形圧力を 784 MPa として成形体を形成した。なお、金型の温度を 70°C から 150°C とし、混合粉末の温度を室温から 200°C とし、成形圧力を 392 MPa から 980 MPa とすることができる。

成形体を窒素ガス雰囲気中、温度 420°C で熱処理 (焼きなまし) した。これにより、ポリエーテルエーテルケトンが軟化して複数の複合磁性粒子間の界面に入り込んで複合磁性粒子同士を接合することにより固化体を得た。なお、熱処理の温度は 340°C 以上 450°C 以下とすることが好ましい。温度が 340°C 以下ではポリエーテルエーテルケトンが完全に軟化しないので、均一に拡散しない。温度が 450°C 以上では、ポリエーテルエーテルケトンが分解して複合磁性材料の強度が向上しないからである。また、大気中で熱処理をすると、ポリエーテルエーテルケトンがゲル化して複合磁性材料の強度が劣化する。アルゴンまたはヘリウム中で熱処理をすると製造コストが上昇する。なお、熱処理として HIP (Hot Isostatic Pressing)、または SPS (Spark Plasma Sintering) 等も用いることができる。

最後に固化体を加工して複合磁性材料を得た。図 1 は、この発明に従った複合

磁性材料の断面図である。図 1 を参照して、複合磁性材料 1 は、互いに有機物 4
0 で接合された複数の複合磁性粒子 3 0 を備える。複合磁性粒子 3 0 は、金属磁
性粒子 1 0 と、その金属磁性粒子 1 0 の表面に接合する、金属酸化物または金属
酸化物磁性物質を含む被覆層 2 0 とを有する。有機物 4 0 は、温度 2 0 0 °C 以上
5 の長期耐熱温度を有する。この複合磁性材料 1 の密度は 7.55 g/cm^3 であ
った。また、 12000 A/m の磁場を印加したときの磁束密度は 17 kG であ
り、電気抵抗率 ρ は $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ であった。

さらに、複合磁性材料 1 を縦×横×厚みが $10 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 1.0 \text{ mm}$ の角
柱形状に加工した。スパンを 40 mm として室温での三点曲げ試験を行なったと
10 ころ、抗折強度は 150 MPa であった。また、スパンを 40 mm として温度 2
0 0 °C での三点曲げ試験を行なったところ、抗折強度は 130 MPa であった。

以上の本発明では、ポリエーテルエーテルケトンの長期耐熱温度が 2 0 0 °C 以
上であるため、高温での強度が高くなり、複合磁性材料 1 の耐熱性が向上してい
ることがわかる。さらに、ポリエーテルエーテルケトンは、軟化した際の粘度
15 (熔融粘度) が低いため、少量でも毛細管現象が生じ、均一に拡散する。また、
少量で確実に複合磁性粒子 1 同士を接合できるため、有機物の量を少なくするこ
とができる。その結果、金属磁性材料 1 0 の割合を多くすることができ、磁氣的
特性を高めることができる。

さらに、金型潤滑成形を用いるため、成形体内の潤滑剤を減少させることがで
20 きる。その結果、複合磁性材料 1 0 の密度が向上し、磁氣的特性を高めることが
できる。また、成形体内部に空孔が発生することを防止できるため、透磁率を向
上させることができる。

(実施例 2 および 3)

実施例 2 および 3 では、実施例 1 の被覆層の平均厚みを 50 nm および 100
25 nm とし、実施例 1 と同様の製造方法により、複合磁性材料を得た。得られた複
合磁性材料の成形体について、密度、 12000 A/m の磁場を印加したときの
磁束密度、および電気抵抗率を測定した。さらに、複合磁性材料を縦×横×厚み
が $10 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 1.0 \text{ mm}$ の角柱形状に加工した。スパンを 40 mm とし
て室温での三点曲げ試験を行なったときの抗折強度、スパンを 40 mm として温

度 200℃での三点曲げ試験を行なったときの抗折強度を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

表 1

サンプルNo.	被覆層の平均厚み (nm)	密度 (g/cm ³)	磁束密度 (kG)	電気抵抗率 (Ω cm)	室温での抗折強度 (MPa)	200℃での抗折強度 (MPa)
実施例 2	50	7.55	17	2×10^{-2}	150	130
実施例 3	100	7.55	16	7×10^{-2}	145	130

表 1 より、電気抵抗率が実施例 1 よりも向上していることがわかる。そのため、
5 電気抵抗率を向上させたい場合には、被覆層の平均厚みを 50 nm 以上 100 nm 以下とすることが好ましい。

(比較例)

複合磁性粒子として、ヘガネス社製の商品名ソマロイ 500 を用意した。この
粉末では、金属磁性粒子としての鉄粉の表面に、リンと鉄とを含む金属酸化物か
10 らなる被覆層が形成されている。複合磁性粒子の平均粒径は 150 μm 以下、被
覆層の平均厚みは 20 nm である。

複合磁性粒子に対して、質量比が 0.6 % となるように、アミド型のオリゴマ
ーの粒子を混合した。

混合粉末を金型に入れて、室温中、圧力 600 MPa で圧縮した後、大気中で
15 温度 300℃で 60 分熱処理した。これにより複合磁性材料を得た。

この複合磁性材料の密度は 7.15 g/cm³ であった。また、12000 A
/m の磁場を印加したときの磁束密度は 15 kG であり、電気抵抗率 ρ は 2 Ω cm
であった。さらに、複合磁性材料を縦×横×厚みが 10 mm×50 mm×10
mm の角柱形状に加工した。スパンを 40 mm として室温での三点曲げ試験を行
20 なったところ、抗折強度は 120 MPa であった。また、スパンを 40 mm とし
て温度 200℃での三点曲げ試験を行なったところ、抗折強度は 10 MPa であ
った。

以上、この発明の実施例について説明したが、ここで示した実施例はさまざま
に変形することが可能である。

25 まず、上記の実施例では、被覆層がリンと鉄とを含む酸化物で形成されていた
が、被覆層が金属酸化物磁性粒子で形成されていても、上記実施例と同様の効果

を得ることができる。この場合、金属磁性粒子と金属酸化物磁性粒子とを混合する必要がある。金属磁性粒子と金属酸化物磁性粒子とを混合する方法に特に制限はなく、たとえばメカニカルアロイング法、ボールミル、振動ボールミル、遊星ボールミル、メカノフュージョン、共沈法、化学気相蒸着法（CVD法）、物理気相蒸着法（PVD法）、めっき法、スパッタリング法、蒸着法、ゾルーゲル法などのいずれを使用することも可能である。

今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

この発明に従えば、高い耐熱性を有する複合磁性材料を得ることができる。

産業上の利用可能性

この発明に従った複合磁性材料は、チョークコイル、スイッチング電源素子および磁気ヘッドなどの電子部品、各種モータ部品、自動車用ソレノイド、各種磁気センサ、各種電磁弁等に用いられる。

請求の範囲

1. 互いに有機物（４０）で接合された複数の複合磁性粒子（３０）を備え、
前記複合磁性粒子（３０）は、金属磁性粒子（１０）と、その金属磁性粒子
5 （１０）の表面に接合する、金属酸化物または金属酸化物磁性物質を含む被覆層
（２０）とを有し、

前記有機物（４０）は、温度２００℃以上の長期耐熱温度を有する、複合磁性
材料。

2. 前記有機物（４０）は、ケトン基を有する熱可塑性樹脂、熱可塑性ポリエ
10 ーテルニトリル樹脂、熱可塑性ポリアミドイミド樹脂、熱硬化性ポリアミドイミ
ド樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、ポリアリレート樹
脂およびフッ素を有する樹脂からなる群より選ばれた少なくとも一種を含む、請
求項１に記載の複合磁性材料。

3. 前記被覆層（２０）の厚みが０．００５μm以上２０μm以下である、請
15 求項１に記載の複合磁性材料。

4. 前記被覆層（２０）の厚みが０．０５μm以上０．１μm以下である、請
求項３に記載の複合磁性材料。

5. 前記金属酸化物磁性物質は、マグネタイト、マンガンー亜鉛フェライト、
ニッケルー亜鉛フェライト、コバルトフェライト、マンガンフェライト、ニッケ
20 ルフェライト、銅フェライト、マグネシウムフェライト、リチウムフェライト、
マンガンーマグネシウムフェライト、銅ー亜鉛フェライトおよびマンガンー亜鉛
フェライトからなる群より選ばれた少なくとも１種を含む、請求項１に記載の複
合磁性材料。

6. 前記金属酸化物は、鉄とリンとを含む酸化物からなる、請求項１に記載の
25 複合磁性材料。

7. 前記金属磁性粒子（１０）の平均粒径は５μm以上２００μm以下である、
請求項１に記載の複合磁性材料。

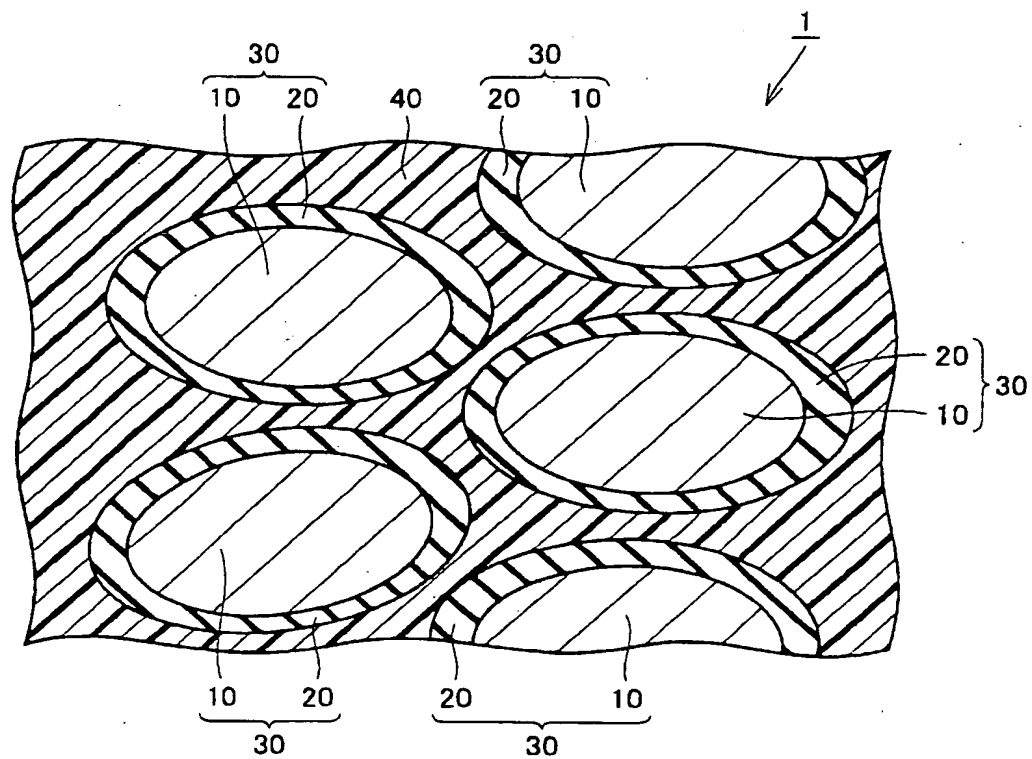
8. 前記金属磁性粒子（１０）は、鉄、鉄ーシリコン系合金、鉄ー窒素系合金、
鉄ーニッケル系合金、鉄ー炭素系合金、鉄ーホウ素系合金、鉄ーコバルト系合金、


鉄－リン系合金、鉄－ニッケル－コバルト系合金および鉄－アルミニウム－シリコン系合金からなる群より選ばれた少なくとも1種を含む、請求項1に記載の複合磁性材料。

9. 前記複合磁性粒子(30)に対する前記有機物(40)の割合は、質量比
5 で0.05%以上2%以下である、請求項1に記載の複合磁性材料。

10. 12000 A/m以上の磁場を印加したときの磁束密度Bが15 kG以上であり、電気抵抗率 ρ が $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、温度200°Cでの抗折強度が10.0 MPa以上である、請求項1に記載の複合磁性材料。

FIG.1



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H01F 1/33, H01F 1/26		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H01F 1/14-1/33		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 11-251131 A (日立粉末冶金株式会社), 17. 9月. 1999 (17. 09. 99), 特許請求の範囲, 段落 [0008], [0009], [0014] 全文 (ファミリーなし)	1-4, 7-9 6, 10
Y	JP 7-235410 A (ヤマウチ株式会社), 5. 9月. 1995 (05. 09. 95), 特許請求の範囲, 段落 [0018]	1
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	18. 12. 01	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 酒井 朋広  5 R 8935 電話番号 03-3581-1101 内線 3565

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-173817 A (山陽特殊製鋼株式会社) , 23. 6月. 2000 (23. 06. 00) , 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3, 4, 8
Y	JP 56-38402 A (東京電気化学工業株式会社) , 13. 4月. 1981 (13. 04. 81) , 特許請求の範囲, 公報第2頁左上欄12~13行 (ファミリーなし)	5, 7, 8
Y	JP 4-352403 A (株式会社トーキン) , 7. 12月. 1992 (07. 12. 92) , 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/07516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01F1/33, H01F1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01F1/14-1/33

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-251131 A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 17 September, 1999 (17.09.99), Claims; Par. Nos. [0008], [0009], [0014] Full text (Family: none)	1-4, 7-9 6, 10
Y	JP 7-235410 A (Yamauchi K.K.), 05 September, 1995 (05.09.95), Claims; Par. No. [0018]	1
Y	JP 2000-173817 A (Sanyo Special Steel Co., Ltd.), 23 June, 2000 (23.06.00), Claims (Family: none)	3, 4, 8
Y	JP 56-38402 A (TDK Corporation), 13 April, 1981 (13.04.81), Claims; Koho, page 2, upper left column, lines 12-13 (Family: none)	5, 7, 8
Y	JP 4-352403 A (Tokin Corporation), 07 December, 1992 (07.12.92), Claims (Family: none)	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 December, 2001 (18.12.01)

Date of mailing of the international search report
25 December, 2001 (25.12.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.